

P23757.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Takashi IIZUKA et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : MANUFACTURING METHOD OF SCANNING OPTICAL SYSTEM


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-240410, filed August 21, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Takashi IIZUKA et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
33,329

August 20, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-240410

[ST.10/C]:

[JP2002-240410]

出 願 人

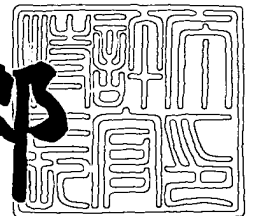
Applicant(s):

ペンタックス株式会社

2003年 5月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3040494

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP01816

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式
 会社内

 【氏名】 飯塚 隆之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式
 会社内

 【氏名】 高窪 豊

【特許出願人】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062606

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9812486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査光学系の生産方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー光束を発する光源，その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された各反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラー，及び、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させるために複数のレンズ面を有する結像光学系からなる走査光学系の生産方法であって、

下記式（１）が満たされた場合にのみ、前記結像光学系における最も前側に在る第１レンズ面に反射防止コーティングを施すことを特徴とする走査光学系の生産方法。

$$H/2 > |2\beta D(D - Rz_1)/Rz_1| \quad \dots (1)$$

但し、 H は、前記主走査方向に直交する副走査方向における前記ポリゴンミラーの各反射面の厚さ、 β は、副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角（単位：radian）、 D は、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記第１レンズ面までの距離、 Rz_1 は、前記第１レンズ面の副走査方向における曲率半径

【請求項 2】

前記式（１）に加えて、下記式（２）が満たされた場合にのみ、前記第１レンズ面に反射防止コーティングを施すことを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系の生産方法。

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + 2a(Ry_1 - a)/Ry_1) \quad \dots (2)$$

但し、 $|a| \leq W/f$ 、 W は、走査対象面の走査範囲内における最大像高、 f は、前記結像光学系全体の焦点距離、 P は、前記ポリゴンミラーの反射面の数、 α は、ポリゴンミラーへ入射するレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における角度（単位：radian）、 a は、ポリゴンミラー 1 3 によって反射されたレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向に

おける振れ角（単位：radian）， Ry_1 は、前記第1レンズ面の主走査方向における曲率半径

【請求項3】

レーザー光束を発する光源，その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された各反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラー，及び、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させるために複数のレンズ面を有する結像光学系からなる走査光学系の生産方法であって、

下記式（3）が満たされた場合にのみ、前記結像光学系における前から2番目に在る第2レンズ面に反射防止コーティングを施すことを特徴とする走査光学系の生産方法。

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz| \quad \dots (3)$$

但し、 $Lz=Rz_1Rz_2D/(2NRz_1D-2(N-1)Rz_2D-Rz_1Rz_2)$ ， H は、前記主走査方向に直交する副走査方向における前記ポリゴンミラーの各反射面の厚さ， β は、副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角（単位：radian）， D は、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記結像光学系における最も前側に在る第1レンズ面までの距離， Rz_1 は、前記第1レンズ面の副走査方向における曲率半径， Rz_2 は、前記第2レンズ面の副走査方向における曲率半径， N は、前記第1レンズ面と前記第2レンズ面との間の媒質の前記レーザー光束に対する屈折率

【請求項4】

前記式（3）に加えて、下記式（4）が満たされた場合にのみ、前記第2レンズ面に反射防止コーティングを施す

ことを特徴とする請求項3記載の走査光学系の生産方法。

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + a(Ly-D)/Ly) \quad \dots (4)$$

但し、 $|a| \leq W/f$ ， $Ly=Ry_1Ry_2D/(2NRy_1D-2(N-1)Ry_2D-Ry_1Ry_2)$ ， W は、走査対象面の走査範囲内における最大像高， f は、前記結像光学系全体の焦点距離， P は、前記ポリゴンミラーの反射面の数， α は、ポリゴンミラーへ入射するレーザー光

束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における角度（単位：radian）， a は、ポリゴンミラー13によって反射されたレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における振れ角（単位：radian）， R_{y_1} は、前記第1レンズ面の主走査方向における曲率半径， R_{y_2} は、前記第2レンズ面の主走査方向における曲率半径， N は、前記第1レンズ面と前記第2レンズ面との間の媒質の前記レーザー光束に対する屈折率

【請求項5】

前記結像光学系を、前記第1レンズ面を有する走査レンズ、及び、この走査レンズより走査対象面側に配置された像面湾曲補正レンズにより構成し、

前記走査レンズの何れかのレンズ面をアナモフィック非球面、前記像面湾曲補正レンズの何れかのレンズ面を2次元多項式非球面として形成することを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の走査光学系の生産方法。

【請求項6】

前記ポリゴンミラーの各反射面に対して、複数の前記レーザー光束を、副走査方向において斜めに入射させる

ことを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の走査光学系の生産方法。

【請求項7】

前記複数のレーザー光束を、前記走査レンズの光軸に対して副走査方向に対称に配置する

ことを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源から射出されたレーザー光束を、一定方向に回転するポリゴンミラーの反射面にて反射させ、結像光学系を通じて走査対象面上に収束させることによって走査する走査光学系の生産方法に、関する。

【0002】

【従来の技術】

走査光学系は、例えば、電子写真方式によるレーザービームプリンタや、デジ

タルコピーや、レーザーファックスや、レーザープロッタにおいて、走査対象面である感光体（感光ドラム等）の表面を変調ビームによって走査するために、用いられる。

【0003】

具体的には、走査光学系は、画像情報に従ってオンオフ変調されたレーザービームをポリゴンミラーによって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させる。これにより、走査光学系は、スポット光を走査対象面上で主走査方向に沿って等速度で走査させ、複数のドットからなる二次元状の画像を走査対象面上に形成する。

【0004】

ところで、走査光学系においては、各光学素子の表面における不要な反射に因るゴーストを如何に除去するかが、設計上の重要事項である。このような不要な反射は、例えば、結像光学系を構成する各レンズの各レンズ面において、生じ得る。そして、何れかのレンズ面に入射したレーザー光束の一部が反射することによって生じた反射光（ゴースト光）は、当該レーザー光束のビーム軸方向及びレンズ面に対する入射角に依って定まる方向へ戻る。そして、ゴースト光が戻された方向にポリゴンミラーの各反射面が存在する場合には、ゴースト光がこの反射面によって再度反射されてしまう。

【0005】

このとき、レーザー光束を反射・偏向している反射面にゴースト光が入射したのであれば、このゴースト光はこのレーザー光束が入射してきた方向に近い方向へ反射されるので、結像光学系に再入射することはない。

【0006】

これに対して、レーザー光束を反射・偏向している反射面と隣接する反射面にゴースト光が入射した場合には、このゴースト光は結像光学系に再入射して、感光体を部分的に露光させてしまう可能性がある。このようなゴースト光に因る露光のムラ（ゴースト）は、走査光学系全体としての描画性能を劣化させる問題を生じる。

【 0 0 0 7 】

このようなゴーストを除去するには、結像光学系の全レンズ面での反射率をゼロにできれば良いが、反射防止コーティングは反射率をゼロに近づけようとすればするほど膜数が多くなってしまいうのでコスト高騰を招いてしまう。加えて、最近では製造コストを低減させる目的や非球面形状をレンズ面に加工するためにプラスチックレンズも使用されているが、プラスチックレンズの場合、ガラスレンズにコーティングを施す場合よりも密着性が落ちる等の欠点がある。従って、結像光学系の全レンズ面に反射防止コーティングを施すのは好ましくない。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、走査光学系に用いられる結像レンズの各レンズ面のうち、ポリゴンミラーの反射面に入射して当該結像レンズに再入射してしまう方向へゴースト光を反射させるレンズ面にのみ反射コーティングを施すことより、低コストでレンズ面での反射に起因するゴーストを低減できる走査光学系の生産方法の提供である。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために構成された本発明による走査光学系の生産方法の第1の態様は、結像光学系が有する複数のレンズ面のうちの第1レンズ面に関するものであり、下記式(1)が満たされた場合にのみ、前記結像光学系における最も前側に在る第1レンズ面に反射防止コーティングを施すことを、特徴とする。

【 0 0 1 0 】

$$H/2 > |2\beta D(D - Rz_1)/Rz_1| \quad \dots (1)$$

但し、Hは、前記主走査方向に直交する副走査方向における前記ポリゴンミラーの各反射面の厚さ、 β は、副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角(単位: radian)、Dは、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記第1レンズ面までの距離、 Rz_1 は、前記第1レンズ面の副走査方向における曲率半径である。

【 0 0 1 1 】

この条件式 (1) が満たされる場合には、ポリゴンミラーの各反射面によって反射されて結像光学系に入射したレーザー光束の一部がこの結像光学系の第 1 レンズ面によって反射されると、その反射によって生じたゴースト光は、ポリゴンミラーの何れかの反射面に再入射する。従って、このゴースト光が反射面によって反射されて結像光学系に再入射して、この結像光学系を透過して走査対象面を露光する可能性が高い。そのため、この場合には、第 1 レンズ面に反射防止コーティングを施すことによって、この第 1 面での反射に起因するゴーストの発生を防止することができる。これに対して、上記条件式 (1) が満たされない場合には、第 1 レンズ面での反射によるゴースト光は、ポリゴンミラーの上方又は下方を通過してしまうので、走査対象面を露光する可能性は全くない。そのため、この場合には、第 1 レンズ面から反射防止コーティングを省略することにより、走査光学系の生産に要するコストを抑えることができる。

【 0 0 1 2 】

また、前記式 (1) に加えて、下記式 (2) が満たされた場合にのみ、前記第 1 レンズ面に反射防止コーティングを施すようにすれば、更に、無駄な反射防止コーティングを避けることができる。

【 0 0 1 3 】

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + 2a(Ry_1 - a)/Ry_1) \quad \dots (2)$$

即ち、この条件式 (2) において、 $|a| \leq W/f$ であり、 W は、走査対象面の走査範囲内における最大像高、 f は、前記結像光学系全体の焦点距離、 P は、前記ポリゴンミラーの反射面の数、 α は、ポリゴンミラーへ入射するレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における角度 (単位: radian)、 a は、ポリゴンミラー 1 3 によって反射されたレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における振れ角 (単位: radian)、 Ry_1 は、前記第 1 レンズ面の主走査方向における曲率半径であるので、この条件式 (2) が満たされる場合には、第 1 レンズ面にて反射されたゴースト光は、ポリゴンミラーにおける隣接面 (光源からのレーザー光束を反射した反射面に隣接する反射面) によって反射され、さらに、結像光学系を透過して、走査対象面における走査

範囲の内側を露光してしまう。これに対して、この条件式（２）が満たされない場合には、隣接面以外の反射面に入射するか、隣接面によって反射されたとしても、走査対象面における走査範囲の外側に入射する。従って、この条件式（２）が満たされた場合のみ第１レンズ面に反射防止コーティングを施すことによって、印刷結果にゴーストを生じるゴースト光を確実に防止できる一方で、反射防止コーティングの施工を必要最小限にすることができる。

【 0014】

上記の課題を解決するために構成された本発明による走査光学系の生産方法の第２の態様は、結像光学系が有する複数のレンズ面のうちの第２レンズ面に関するものであり、下記式（３）が満たされた場合にのみ、前記結像光学系における前から２番目に在る第２レンズ面に反射防止コーティングを施すことを、特徴とする。

【 0015】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz| \quad \dots (3)$$

但し、 $Lz = Rz_1 Rz_2 D / (2NRz_1 D - 2(N-1)Rz_2 D - Rz_1 Rz_2)$ であり、 H は、前記主走査方向に直交する副走査方向における前記ポリゴンミラーの各反射面の厚さ、 β は、副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角（単位：radian）、 D は、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記結像光学系における最も前側に在る第１レンズ面までの距離、 Rz_1 は、前記第１レンズ面の副走査方向における曲率半径、 Rz_2 は、前記第２レンズ面の副走査方向における曲率半径、 N は、前記第１レンズ面と前記第２レンズ面との間の媒質の前記レーザー光束に対する屈折率である。

【 0016】

この条件式（３）が満たされる場合には、ポリゴンミラーの各反射面によって反射されて結像光学系に入射したレーザー光束の一部がこの結像光学系の第２レンズ面によって反射されると、その反射によって生じたゴースト光は、ポリゴンミラーの何れかの反射面に再入射する。従って、このゴースト光が反射面によって反射されて結像光学系に再入射して、この結像光学系を透過して走査対象面を露光する可能性が高い。そのため、この場合には、第２レンズ面に反射防止コー

ティングを施すことによって、この第2レンズ面での反射に起因するゴーストの発生を防止することができる。これに対して、上記条件式(3)が満たされない場合には、第2レンズ面での反射によるゴースト光は、ポリゴンミラーの上方又は下方を通過してしまうので、走査対象面を露光する可能性は全くない。そのため、この場合には、第2レンズ面から反射防止コーティングを省略することにより、走査光学系の生産に要するコストを抑えることができる。

【0017】

また、前記式(3)に加えて、下記式(4)が満たされた場合にのみ、前記第2レンズ面に反射防止コーティングを施すようにすれば、更に、無駄な反射防止コーティングを避けることができる。

【0018】

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + a(Ly - D)/Ly) \quad \dots (4)$$

即ち、この条件式(4)において、 $|a| \leq W/f$ 、 $Ly = Ry_1 Ry_2 D / (2N Ry_1 D - 2(N-1) Ry_2 D - Ry_1 Ry_2)$ であり、 W は、走査対象面の走査範囲内における最大像高、 f は、前記結像光学系全体の焦点距離、 P は、前記ポリゴンミラーの反射面の数、 α は、ポリゴンミラーへ入射するレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における角度(単位: radian)、 a は、ポリゴンミラー13によって反射されたレーザー光束の前記結像光学系の光軸方向を基準とした主走査方向における振れ角(単位: radian)、 Ry_1 は、前記第1レンズ面の主走査方向における曲率半径、 Ry_2 は、前記第2レンズ面の主走査方向における曲率半径、 N は、前記第1レンズ面と前記第2レンズ面との間の媒質の前記レーザー光束に対する屈折率である。そのため、この条件式(4)が満たされる場合には、第2レンズ面にて反射されたゴースト光は、ポリゴンミラーにおける隣接面(光源からのレーザー光束を反射した反射面に隣接する反射面)によって反射され、さらに、結像光学系を透過して、走査対象面における走査範囲の内側を露光してしまう。これに対して、この条件式(4)が満たされない場合には、隣接面以外の反射面に入射するか、隣接面によって反射されたとしても、走査対象面における走査範囲の外側に入射する。従って、この条件式(4)が満たされた場合のみ第2レンズ面に反射防止コーティングを施すことによって、印刷結果にゴーストを生じるゴ

ースト光を確実に防止できる一方で、反射防止コーティングの施工を必要最小限にすることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態である走査光学系の生産方法について、図面を参照しながら説明する。

【0020】

図1は、本発明による走査光学系の生産方法が実施される走査光学系の基本構成を、展開して示す図である。図1に示すように、この走査光学系10は、レーザー光を発振するレーザー光源11、このレーザー光源11から発したレーザー光を収束するシリンドリカルレンズ12、その各側面がレーザー光を反射する反射面として形成された正多角柱形状を有するポリゴンミラー13、及び、ポリゴンミラー13により偏向された光束を収束させる結像光学系としてのf θ レンズ20を、備えている。なお、以下の説明の理解を容易にするために、ポリゴンミラー13の中心軸13aに直交する面と平行な方向を「主走査方向」と定義し、中心軸13aと平行な方向を「副走査方向」と定義する。

【0021】

レーザー光源11から発せられて当該レーザー光源11とシリンドリカルレンズ12との間にある図示せぬコリメータレンズによって平行光束にされたレーザー光束は、シリンドリカルレンズ12を透過した後、ポリゴンミラー13の各反射面に入射する。このポリゴンミラーは、その中心軸13aを中心として回転するので、各反射面によって反射されたレーザー光束は、主走査方向に動的に偏向（走査）される。このようにして動的に偏向されたレーザー光束は、f θ レンズ20を透過することによって走査対象面S上に収束され、走査対象面上を主走査方向に沿ってほぼ等速度に走査する。

【0022】

なお、レーザー光源11から発せられたレーザー光束は、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー13の各反射面によって反射され、f θ レンズ20によって走査対象面S上に収束される。一方、副走査方向においては、当

該レーザー光束は、シリンドリカルレンズ12によりポリゴンミラー13の各反射面近傍で一旦収束され、発散光として $f\theta$ レンズ20に入射し、 $f\theta$ レンズ20によって走査対象面S上に再び収束される。このように、副走査方向においては、 $f\theta$ レンズ20によってポリゴンミラー13の各反射面と走査対象面Sとがほぼ共役関係となっているために、レーザー光束は、ポリゴンミラー13のどの反射面によって反射されても、各反射面の僅かな傾き（いわゆる「面倒れ」）の有無に拘わらず、走査対象面Sにおける同一線上を走査する。

【0023】

$f\theta$ レンズ20は、走査レンズ21とこの走査レンズ21よりも走査対象面S側に配置される像面湾曲補正レンズ22とから、構成される。このうち、走査レンズ21は、主に主走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するレンズであり、像面湾曲補正レンズ22は、主に副走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するとともに、像面湾曲や $f\theta$ 特性誤差などの収差を補正する機能をも負担するレンズである。これら $f\theta$ レンズ20を構成する各レンズ21、22の光軸は、少なくとも主走査方向において同軸となっている。そして、走査レンズ21の光軸は、主走査方向においては、主走査の中心像高（像高0）に向かうレーザー光束のビーム軸と重なり、副走査方向においては、ポリゴンミラー13の中心軸13aの中央に直交している。レーザー光束が各反射面の中央に入射する時に当該反射面の中央が存在する位置は、レーザー光束の反射点の平均位置であり、レーザー光束の動的な偏向の中心とみなすことができるので、以下、「偏向点」という。

【0024】

なお、 $f\theta$ レンズ20を構成する各レンズ21、22のレンズ面は、回転対称非球面でない場合もあるが、そのような形状を持つレンズ面には本来の意味での光軸を、定義することができない。そのため、以下、「光軸」との文言は、各レンズ面の面形状を式によって表現する時に設定される原点を通る軸（光学面基準軸）との意味で、用いられるものとする。

【0025】

また、走査レンズ21の光軸を含みポリゴンミラー13の中心軸13aと平行

な面を「副走査断面」と定義し、走査レンズ21の光軸を含みポリゴンミラー13の中心軸13aに直交する面を「主走査断面」と定義する。

【0026】

走査対象面Sは、具体的には、回転ドラムの感光面（外周面）であり、この回転ドラムは、fθレンズ20の光軸に直交して主走査方向を向いた回転軸を中心として、回転する。

【0027】

以上に説明した走査光学系10の基本構成のうち、シリンドリカルレンズ12、ポリゴンミラー13及び走査レンズ21以外（即ち、レーザー光源11、像面湾曲補正レンズ22、走査対象面S）は、カラー印刷のための各トナーの色、即ち、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分毎に、備えられている。それにより、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分毎に備えられる4個の感光ドラムの感光面（走査対象面S）に対して、同時にレーザー光束による描画が可能となっている。このような描画に基づいて、各感光ドラムの感光面（走査対象面）上にはイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分のトナー像が夫々形成され、これら各色成分のトナー像が同一の印刷用紙上に順次転写されることによって、カラー画像が印刷される。

【0028】

図2は、このような目的で構成される走査光学系全体（但し、レーザー光源11及びシリンドリカルレンズ12を除く）を副走査断面から見た光学構成図である。ポリゴンミラー13の各反射面に対して、各色成分に対応したレーザー光束は、副走査方向において傾斜した方向から、主走査面に対して面对称となるように、夫々同一の偏向点へ入射する。その結果、図2に示されるように、ポリゴンミラー13の各反射面によって反射された各色成分に対応した4本のレーザー光束は、主走査断面P1に対して夫々別個の角度をなして進行し、共通の走査レンズ21に入射した後に、夫々に対応した像面湾曲補正レンズ22を透過して、夫々に対応した感光ドラム60に照射される。従って、ポリゴンミラー13の一つの反射面による一回の偏向によって、4つの感光ドラム60に対して同時に走査を行うことができる。

【 0 0 2 9 】

なお、走査光学系 1 0 のユニットサイズをできるだけ小型化するために、図 2 に示すように、ポリゴンミラー 1 3 によって偏向された 4 本のレーザー光束の光路は、夫々、折返しミラー 2 3, 2 4 によって折り曲げられている。この際、各 $f \theta$ レンズ 2 0 を透過するレーザー光束の波長は同一であるので、各折返しミラー 2 3, 2 4 の配置位置は、各 $f \theta$ レンズ 2 0 の走査レンズ群 2 1 から像面湾曲補正レンズ 2 2 までの光路長が互いに等しくなって各 $f \theta$ レンズ 2 0 が互いに同一の光学特性を奏することができるよう、夫々配置されている。

【 0 0 3 0 】

各感光ドラム 6 0 は、互いに同じ大きさの円柱形状の外形を有するように形成されており、各像面湾曲補正レンズ 2 2 の光束射出側において、各像面湾曲補正レンズ 2 2 から等距離の位置に、夫々配置されている。

【 0 0 3 1 】

以上のように構成された走査光学系 1 0 が内部に組み付けられているカラーレーザープリンター、カラーコピー等は、各感光ドラム 6 0 を所定の回転角速度で回転させるとともに、入力される画像情報に従ってオンオフ変調した各色成分毎のレーザー光束を、走査対象面 S である各感光ドラム 6 0 の外周面（感光面）上で繰り返し走査させることにより、複数の線状の軌跡（走査線）からなる二次元状の静電潜像を各走査対象面 S 上に描画する。そして、カラーレーザープリンター、カラーコピー等は、各感光ドラム 6 0 上に描画された静電潜像に帯電トナーを静電的に吸着させてトナー像を形成し、そのトナー像を印刷用紙に転写させる。このとき、カラーレーザープリンター、カラーコピー等は、各感光ドラム 6 0 上の走査線が印刷用紙の同一線上に重なるように印刷用紙を搬送し、画像情報に基づくカラー画像を印刷用紙に印刷する。

【 0 0 3 2 】

【実施形態 1】

次に、このような走査光学系 1 0 の生産方法の第 1 実施形態を説明する。この第 1 実施形態は、 $f \theta$ レンズ 2 0 を構成する走査レンズ 2 1 の第 1 面を反射防止コーティング対象レンズ面とするか否かを決定する方法である。

【 0 0 3 3 】

上述した走査光学系 1 0 では、副走査方向においてレーザー光束がポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して斜めに入射されているので、走査レンズ 2 1 の副走査断面内での断面形状のパワー（具体的には、走査レンズ 2 1 の第 1 面の面形状）及びポリゴンミラー 1 3 の各反射面から走査レンズ 2 1 までの距離 D 如何では、走査レンズ 2 1 の第 1 面にて反射したゴースト光が、ポリゴンミラー 1 3 の上方（即ち、副走査方向においてポリゴンミラー 1 3 を挟んでレーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 が存在する側とは逆側）又は下方（即ち、副走査方向においてポリゴンミラー 1 3 に対してレーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 が存在する側と同じ側）を通過するので、走査レンズ 2 1 には再入射しない。このような場合には、このレンズ面（走査レンズ 2 1 の第 1 面）には、反射防止コーティングは必要ない。

【 0 0 3 4 】

しかしながら、副走査方向におけるレーザー光の各反射面に対する入射角 β が大きいと、設計的に、B o w（走査線湾曲）と波面収差のバランスをとることが困難となる。そのために、入射角 β を小さく抑えた結果、走査レンズ 2 1 の第 1 面にて反射したゴースト光がポリゴンミラー 1 3 の何れかの反射面に入射してしまう場合がある。

【 0 0 3 5 】

この場合でも、走査レンズ 2 1 の主走査断面内での断面形状のパワー（走査レンズ 2 1 の第 1 面の面形状）如何では、走査レンズ 2 1 の第 1 面にて反射したゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 における正規光（レーザー光源 1 1 からシリンドリカルレンズ 1 2 を介してポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光）を反射させる反射面（以下、「正規光反射面」という）、又は、この正規光反射面に隣接する反射面（以下、「隣接面」という）に、大きな入射角度で入射するようになる。ゴースト光が正規光反射面に入射するのであれば、上述した理由により、ゴーストの問題を生じない。また、ゴースト光が隣接面に大きな入射角度で入射するのであれば、このゴースト光が反射されて f θ レンズ 2 0 に再入射しても、走査対象面 S における走査範囲（用紙上に現像可能な静電潜像が形成

される範囲)の外側しか感光させない。このような場合にも、このレンズ面(走査レンズ21の第1面)には、反射防止コーティングは必要ない。

【0036】

これに対して、ゴースト光が隣接面の主走査方向における小さな入射角度で入射した場合には、このゴースト光が反射されて $f\theta$ レンズ20に入射すると、走査対象面Sにおける走査範囲内を感光させてしまう。従って、この場合には、このレンズ面(走査レンズ21の第1面)に、反射防止コーティングが必要になる。

【0037】

以上に説明したように、対象レンズ面(走査レンズ21の第1面)にてレーザー光束が反射されることによって生じたゴースト光が、ポリゴンミラー13の隣接面の主走査方向に小さな入射角度で入射して反射され、 $f\theta$ レンズ20を介して走査対象面Sにおける走査範囲の内側に入射する場合にのみ、当該対象レンズ面(走査レンズ21の第1面)に対して反射防止コーティングを施せば、ゴースト光に起因する画像劣化を防止しつつ $f\theta$ レンズ20全体における反射防止コーティングの施工レンズ面数を減らすことができる。

【0038】

そのため、本第1実施形態では、第1面に反射防止コーティングが必要となる副走査方向の条件(即ち、第1面でのゴースト光が副走査方向においてポリゴンミラー13の各反射面に入射するための条件)を示す下記条件式(1)、及び、第1面に反射防止コーティングが必要となる主走査方向の条件(即ち、第1面でのゴースト光が主走査方向においてポリゴンミラー13の隣接面によって反射されて走査対象面Sの走査範囲内に入射するための条件)を示す下記式(2)が共に満たされた場合にのみ、走査レンズ21の第1面が反射防止コーティング対象面として決定される。

【0039】

$$H/2 > |2\beta D(D-Rz_1)/Rz_1| \quad \dots (1)$$

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + 2a(Ry_1 - a)/Ry_1) \quad \dots (2)$$

但し、 $|a| \leq W/f$

式(1)において、 H は、ポリゴンミラーの各反射面の副走査断面内における厚さであり、 β は、ポリゴンミラー13の各反射面に対する副走査方向におけるレーザー光束の入射角であり(単位: radian)、 D は、レーザー光束が偏向点に入射した時点におけるポリゴンミラー13の各反射面から走査レンズ21の第1面までの光軸上での距離であり、 Rz_1 は、走査レンズ21の第1面の副走査断面における曲率半径である。また、式(2)において、 W は、走査対象面 S の走査範囲内における最大像高(走査幅の半値)であり、 f は、 $f\theta$ レンズ20全体の焦点距離であり、 P はポリゴンミラー13の正規光反射面数であり、 α は、ポリゴンミラー13へ入射するレーザー光束の主走査方向における方向角($f\theta$ レンズ20の光軸方向を基準として時計方向に極性-をとる「偏向角」)(単位: radian)であり、 a は、ポリゴンミラー13によって反射されたレーザー光束の主走査方向における振れ角($f\theta$ レンズ20の光軸を基準として反時計方向に極性+、時計方向に極性-をとる「走査角」)(単位: radian)であり、 Ry_1 は、走査レンズ21の第1面の主走査断面における曲率半径である。

【0040】

以下、上述した式(1)及び(2)を共に満足するために走査レンズ21の第1面に反射防止コーティングが施された本第1実施形態による走査光学系10の実施例を、1例示す。

【0041】

【実施例1】

図3は、実施例1の走査光学系10の主走査方向における展開図であり、図4は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図3、図4においては、走査レンズ21を透過する正規光束については図示を省略している。また、図4においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源11及びシリンドリカルレンズ12を省略している。

【0042】

実施例1では、 $f\theta$ レンズ20全体としての焦点距離 f は235mmであり、走査対象面 S 上での走査幅は216mmであり、設計波長は780nmであり、ポリゴン厚 H は3.0mmであり、偏向角 α は -75.0° ($=-1.3090\text{rad}$)であり、ポリゴンミラー13

の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 0.95° ($= 0.0166\text{rad}$) である。

【 0 0 4 3 】

実施例 1 におけるシリンドリカルレンズ 1 2 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 1 に示す。なお、この表 1 に示された数値構成は、シリンドリカルレンズ 1 2 を透過したレーザービームが偏向点においてポリゴンミラー 1 3 の各反射面によって反射されている時点での走査レンズ 2 1 の光軸に対する近軸条件である。但し、像面湾曲補正レンズ 2 2 の光軸は走査レンズ 2 1 の光軸に対して副走査方向にシフトしているので、像面湾曲補正レンズ 2 2 の各面については、その光軸に対する近軸条件が示されている。

【 0 0 4 4 】

【表 1】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072	0.00	シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		54.00		0.00	ポリゴンミラー
4	-184.70		10.00	1.48617	0.00	走査レンズ第 1 面
5	-70.53	-100.00	140.00			走査レンズ第 2 面
6	-817.63		6.00	1.48617	3.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		91.20			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞				0.00	像面

【 0 0 4 5 】

表 1 において、No は面番号であり、No1 及び No2 がシリンドリカルレンズ 1 2 の前面及び後面、No3 がポリゴンミラー 1 3 の各反射面、No4 及び No5 が走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面、No6 及び No7 が像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面及び第 2 面、No8 が走査対象面 S である。また、表 1 において、記号 Ry は、主走査方向における曲率半径（単位 [mm]）であり、曲率中心がレンズ面と光軸との交点より光源側に存在する場合に負の符号をとり後側に存在する場合に正の符号をとる。また、表 1 において、記号 Rz は、副走査方向における曲率半径（単位 [mm]）であり、曲率中心がレンズ面と光軸との交点より光源側に存在する場合に負の符号をとり後側に存在する場合に正の符号をとるとともに、Ry と同じ場合（即ち、回転対称形状である場合）には省略される。また、表 1 において、記号 d

は光軸（ビーム軸）上における次の面までの距離（単位 [mm]）であり、記号Nは、次の面までの間の媒質の設計波長に対する屈折率（空気については省略）である。また、表1において、記号DECZは、前の面に対する光軸の副走査方向へのシフト量（単位 [mm]）であり、図4の上方へシフトしている場合（即ち、副走査方向においてレーザ光源11がある側とは逆側）に正の符号をとる。

【0046】

表1から明らかなように、シリンドリカルレンズ12の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ12の第1面、像面湾曲補正レンズ22の第2面は回転対称面である。

【0047】

走査レンズ21の第2面は、アナモフィック非球面（即ち、主走査断面は光軸からの主走査方向の関数、副走査断面は曲率が光軸からの主走査方向の距離の関数として、独立に定義される非球面）である。従って、その主走査断面における形状は、光軸からの高さ(y)の点における光軸での接平面からのサグ量X(y)として、下記式(5)により表され、主走査方向の各高さ(y)での副走査方向における形状は、円弧の曲率1/[Rz(y)]として、下記式(6)により表される。

【0048】

$$X(y) = 1/Ry \cdot y^2 / [1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1)^2 y^2 / Ry^2}] \\ + AM_1 y + AM_2 y^2 + AM_3 y^3 + AM_4 y^4 + AM_5 y^5 + AM_6 y^6 + AM_7 y^7 + AM_8 y^8 \dots \dots (5)$$

$$1/[Rz(y)] = 1/Rz$$

$$+ AS_1 y + AS_2 y^2 + AS_3 y^3 + AS_4 y^4 + AS_5 y^5 + AS_6 y^6 + AS_7 y^7 + AS_8 y^8 \dots \dots (6)$$

これら式(5)，(6)において、Ry及びRzは夫々表1に挙げられた主走査方向及び副走査方向における近軸曲率、 κ は円錐係数、 AM_1 ， AM_2 ， AM_3 ， AM_4 ， AM_5 ， AM_6 ， AM_7 ， AM_8 …は夫々主走査方向に関する1次，2次，3次，4次，5次，6次，7次，8次…の非球面係数であり、 AS_1 ， AS_2 ， AS_3 ， AS_4 ， AS_5 ， AS_6 ， AS_7 ， AS_8 …は夫々副走査方向に関する1次，2次，3次，4次，5次，6次，7次，8次…の非球面係数である。実施例1において走査レンズ21の第2面の具体的形状を特定するためにこれら各式(5)，(6)に適用される各係数を、表2に示す。

【 0 0 4 9 】

【表 2】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.16E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	5.73E-07
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-1.80E-08
AM ₄	1.24E-07	AS ₄	-7.26E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	5.25E-11
AM ₆	-9.74E-12	AS ₆	1.02E-11
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	-3.63E-14
AM ₈	6.78E-15	AS ₈	-5.24E-15

【 0 0 5 0 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面（即ち、主走査方向，副走査方向それぞれの高さに関する多項式で表現される非球面）である。従って、その形状は、主走査方向及び副走査方向の高さが夫々 (y), (z) の点における光軸での接平面からのサグ量 X(y,z) として、下記式 (7) により表される。

【 0 0 5 1 】

$$X(y,z) = 1/Ry \cdot (y^2 + z^2) / [1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1) \cdot (y^2 + z^2) / Ry^2}] \\ + \sum B_{mn} y^m z^n \quad \dots (7)$$

式 (7) において、Ry は表 1 に挙げられた主走査方向における近軸曲率、 κ は円錐係数、B_{mn} は主走査方向における次数が m 次であって副走査方向における n 次である非球面係数である。実施例 1 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために式 (7) に適用される各係数を、表 3 に示す。

【 0 0 5 2 】

【表 3】

	B ₁₁	B ₂₁	B ₁₂	B ₂₂	B ₃₁
B ₁₀		2.899E-02	1.598E-02	1.519E-05	-1.041E-06
B ₁₂	2.367E-05	-2.543E-07	-2.568E-07	-1.037E-10	-1.323E-10
B ₁₄	6.795E-08	-7.351E-11	-3.067E-12	-3.704E-13	-2.604E-14
B ₁₆	-2.184E-12	1.035E-14	8.116E-16	-1.143E-17	0.000E+00
B ₁₈	4.790E-17	-5.730E-19	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 5 3 】

以上に挙げた実施例 1 の具体的数値から上記式 (1) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0\text{mm}$$

$$\beta = 0.0166\text{rad}$$

$$D = -54.0\text{mm}$$

$$Rz_1 = -184.70\text{mm}$$

従って、実施例 1 における式 (1) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 5 4 】

$$H/2 > |(2\beta D(D - Rz_1))/Rz_1|$$

$$1.5 > 1.27 : \text{成立}$$

このように、実施例 1 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面に関して式 (1) が満たされているので、図 4 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 1 面での反射によって生じたゴースト光は、副走査方向においてポリゴンミラー 1 3 の何れかの反射面に入射する。

【 0 0 5 5 】

一方、以上に挙げた実施例 1 の具体的数値から上記式 (2) に適用するために抽出される係数は、以下の通りとなる。

$$W = 108\text{mm}$$

$$f = 235\text{mm}$$

$$P = 8$$

$$D = -54.0\text{mm}$$

$$\alpha = -1.3090\text{rad}$$

$$Ry_1 = -184.70\text{mm}$$

また、上記走査幅 216mm の範囲で走査を行うためのレーザー光束の走査角 a の範囲は、以下の通りとなる。

$$-0.46\text{rad}(-26.3^\circ) \leq a \leq 0.14\text{rad}(7.9^\circ)$$

従って、これらの係数を代入した式 (2) は、走査角 a の範囲内において部分的に成立する。即ち、その走査角 a の範囲において $f(4\pi/P - \alpha + 2a(Ry_1 - a)/Ry_1)$ が $-91.3 \sim 108.0\text{mm}$ の値をとるので、部分的に式 (2) の左辺 : $W = 108\text{mm}$ に一致するのである。

【 0 0 5 6 】

従って、実施例 1 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面に反射防止コーティングがなければ、この第 1 面での反射によって生じるゴースト光が、ポリゴンミラー 1 3 の隣接面に入射し、正規光の一走査の間に、走査対象面 S における走査範囲の内側に入射してしまう。

【 0 0 5 7 】

そのため、本実施例 1 においては、走査レンズ 2 1 の第 1 面は、反射防止コーティング対象面として決定され、反射防止コーティングが施される。

【 0 0 5 8 】

【比較例 1】

次に、上記実施例 1 との比較のために、上記式 (1) を満たさない例を、比較例 1 として挙げる。図 5 は、比較例 1 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 6 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 5、図 6 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 6 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 0 5 9 】

比較例 1 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離 f は 235mm であり、走査対象面 S 上での走査幅は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 3.0mm であり、偏向角 α は -75.0° ($=-1.3090\text{rad}$) であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 2.83° ($=0.0494\text{rad}$) である。

【 0 0 6 0 】

比較例 1 におけるシリンドリカルレンズ 1 2 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 4 に示す。表 4 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【 0 0 6 1 】

【表 4】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072	0.00	シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		54.00		0.00	ポリゴンミラー
4	-184.70		10.00	1.48617	0.00	走査レンズ第 1 面
5	-70.53	-100.00	140.00			走査レンズ第 2 面
6	-850.00		6.00	1.48617	9.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		91.00			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞				0.00	像面

【0 0 6 2】

表 4 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 1 2 の第 1 面、像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【0 0 6 3】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。比較例 1 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式 (5), (6) に適用される各係数を、表 5 に示す。

【0 0 6 4】

【表 5】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.16E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	5.73E-07
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-1.80E-08
AM ₄	1.24E-07	AS ₄	-7.26E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	5.25E-11
AM ₆	-9.74E-12	AS ₆	1.02E-11
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	-3.63E-14
AM ₈	6.78E-15	AS ₈	-5.24E-15

【0 0 6 5】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。比較例 1 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式 (7) に適用される各係数を、表 6 に示す。

【0 0 6 6】

【表 6】

	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}
B_{10}		8.662E-02	1.589E-02	-3.156E-06	-1.767E-06
B_{12}	4.490E-06	-7.494E-07	-2.523E-07	-3.649E-10	-1.966E-10
B_{14}	5.456E-08	-2.099E-10	-3.131E-12	1.723E-14	-3.394E-14
B_{16}	6.314E-13	2.856E-14	8.730E-16	-1.216E-16	0.000E+00
B_{18}	-1.455E-16	-1.547E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【0 0 6 7】

以上に挙げた比較例 1 の具体的数値から上記式 (1) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0494 \text{ rad}$$

$$D = -54.0 \text{ mm}$$

$$Rz_1 = -184.70 \text{ mm}$$

従って、実施例 1 における式 (1) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 0 6 8】

$$H/2 > |(2\beta D(D - Rz_1))/Rz_1|$$

$$1.5 > 3.78 : \text{不成立}$$

このように、実施例 1 では、走査レンズ 21 の第 1 面に関して式 (1) が満たされていないので、図 5 及び図 6 に示されるように、走査レンズ 21 の第 1 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 13 の上方を通過して反射面には入射しないので、走査レンズ 21 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。従って、比較例 1 における走査レンズ 21 の第 1 面は、反射防止コーティング対象面として特定されないで、反射防止コーティングの施工に要するコストを節約することができる。

【0 0 6 9】

【実施形態 2】

次に、走査光学系 10 の生産方法の第 2 実施形態を説明する。この第 2 実施形態は、f θ レンズ 20 を構成する走査レンズ 21 の第 2 面を反射防止コーティング対象レンズ面とするか否かを決定する方法である。この第 2 面での反射は、走査レンズ 21 内での内面反射であるので、ゴースト光を構成する光束は、往復で

都合 2 回、第 1 面によって屈折されるとともに走査レンズ 2 1 の媒質内を進行することになる。従って、第 2 面に反射防止コーティングが必要となる副走査方向の条件（即ち、第 2 面でのゴースト光が副走査方向においてポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するための条件）、及び、第 2 面に反射防止コーティングが必要となる主走査方向の条件（即ち、第 2 面でのゴースト光が主走査方向においてポリゴンミラー 1 3 の隣接面によって反射されて走査対象面 S の走査範囲内に入射するための条件）を夫々求めるには、実施形態 1 において用いた条件式（1）、（2）を、走査レンズ 2 1 の第 1 面及び媒質の影響を加味することによって変更すれば良い。そのようにして得られた第 2 面に反射防止コーティングが必要となる副走査方向の条件式が下記式（3）であり、第 2 面に反射防止コーティングが必要となる主走査方向の条件式が下記式（4）である。これら両式（3）、（4）が共に満たされた場合にのみ、走査レンズ 2 1 の第 2 面が反射防止コーティング対象面として決定される。

【 0 0 7 0 】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz| \quad \dots (3)$$

$$\text{但し、} Lz = Rz_1 Rz_2 D / (2NRz_1 D - 2(N-1)Rz_2 D - Rz_1 Rz_2)$$

$$|W| \leq f(4\pi/P - \alpha + a(Ly-D)/Ly) \quad \dots (4)$$

$$\text{但し、} |a| \leq W/f, Ly = Ry_1 Ry_2 D / (2NRy_1 D - 2(N-1)Ry_2 D - Ry_1 Ry_2)$$

式（3）及び式（4）において、式（1）又は式（2）と共通する記号の意味はこれら式（1）又は式（2）と同じである。また、 Rz_2 は、走査レンズ 2 1 の第 2 面の副走査断面における曲率半径であり、 Ry_2 は、第 2 面の主走査断面における曲率半径であり、 N は、走査レンズ 2 1 を構成する媒質の使用波長（レーザー光束の波長）に対する屈折率である。

【 0 0 7 1 】

以下、上述した式（3）及び式（4）を満足する走査光学系 1 0 の実施例を、1 例示す。

【 0 0 7 2 】

【実施例 2】

図 7 は、実施例 2 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 8

は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 7、図 8 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 8 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 0 7 3 】

実施例 2 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 200mm であり、走査対象面 S 上での走査幅は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 4.0mm であり、偏向角 α は -65.0° ($=-1.1345\text{rad}$) であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 2.83° ($=0.0494\text{rad}$) である。

【 0 0 7 4 】

実施例 2 におけるシリンドリカルレンズ 1 2 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 7 に示す。表 7 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【 0 0 7 5 】

【表 7】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072	0.00	シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		42.00		0.00	ポリゴンミラー
4	-185.60		10.00	1.48617	0.00	走査レンズ第 1 面
5	-63.00	-100.00	112.50			走査レンズ第 2 面
6	-600.00		5.00	1.48617	7.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		82.53			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞				0.00	像面

【 0 0 7 6 】

表 7 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 1 2 の第 1 面、像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【 0 0 7 7 】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。実施例 2 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式 (5)、(6)

に適用される各係数を、表 8 に示す。

【 0 0 7 8 】

【表 8】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	1.11E-05
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	2.23E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	1.89E-08
AM ₄	2.19E-07	AS ₄	-8.32E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	-1.51E-11
AM ₆	-1.92E-12	AS ₆	2.49E-12
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	0.00E+00
AM ₈	1.38E-15	AS ₈	0.00E+00
AM ₉	0.00E+00	AS ₉	0.00E+00
AM ₁₀	-3.29E-18	AS ₁₀	0.00E+00

【 0 0 7 9 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。実施例 2 に
おいて像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式（
7）に適用される各係数を、表 9 に示す。

【 0 0 8 0 】

【表 9】

	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄
B ₁₀		8.484E-02	1.853E-02	1.100E-05	-1.370E-06
B ₁₂	1.018E-05	-9.633E-07	-4.347E-07	-3.826E-09	-1.378E-10
B ₁₄	1.095E-07	-3.323E-10	-2.867E-12	-5.060E-14	-2.603E-14
B ₁₆	-3.913E-12	3.286E-14	1.368E-15	-8.914E-17	0.000E+00
B ₁₈	3.966E-17	-9.911E-19	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 8 1 】

以上に挙げた実施例 2 の具体的数値から、上記式（3）に適用するために抽出
される係数は、以下の通りである。

$$H = 4.0\text{mm}$$

$$\beta = 0.0494\text{rad}$$

$$D = -42.00\text{mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$Rz_1 = -185.60\text{mm}$$

$$Rz_2 = -100.00\text{mm}$$

従って、実施例 2 における式 (3) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0082】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

$$2.0 > 1.75 : \text{成立}$$

ところで、表 7 に記載された走査レンズ 21 の第 1 面及び第 2 面の副走査方向における曲率半径 Rz は、近軸の曲率半径、即ち、走査対象面 S 上における像高 $Y=0\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する曲率半径であるが、上記式 (3) は、走査幅の何れの箇所において満たされていても良い。そのため、走査対象面 S 上における像高 $Y=110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 21 の第 2 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$Rz_2 = -79.86\text{mm}$$

となる。なお、第 1 面は球面故にその曲率半径は一定である。従って、実施例 2 において、像高 $Y=110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (3) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0083】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

$$2.0 > 1.36 : \text{成立}$$

このように、実施例 2 では、走査レンズ 21 の第 1 面及び第 2 面に関して、走査中の少なくとも 2 箇所において式 (3) が満たされているので、図 8 に示されるように、走査レンズ 21 の第 2 面でのゴースト光は、副走査方向においてポリゴンミラー 13 の何れかの反射面に入射する。

【0084】

一方、以上に挙げた実施例 1 の具体的数値から上記式 (4) に適用するために抽出される係数は、以下の通りとなる。

$$W = 108\text{mm}$$

$$f = 200\text{mm}$$

$$P = 8$$

$$D = -42.0\text{mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$\alpha = -1.1345\text{rad}$$

$$Ry_1 = -185.60\text{mm}$$

$$Ry_2 = -63.00\text{mm}$$

また、上記走査幅216mmの範囲で走査を行うためのレーザー光束の走査角 a の範囲は、以下の通りとなる。

$$-0.54\text{rad}(-30.9^\circ) \leq a \leq 0.43\text{rad}(24.8^\circ)$$

従って、これらの係数を代入した式(4)は、走査角 a の範囲内において部分的に成立する。即ち、その走査角 a の範囲において $f(4\pi/P - \alpha + 2a(Ry_1 - a)/Ry_1)$ が $-61.5 \sim 108.0\text{mm}$ の値をとるので、部分的に式(2)の左辺: $W = 108\text{mm}$ に一致するのである。

【0085】

従って、実施例2では、走査レンズ21の第2面に反射防止コーティングがなければ、この第2面での反射によって生じるゴースト光が、ポリゴンミラー13の隣接面に入射し、正規光の一走査の間に、走査対象面Sにおける走査範囲の内側に入射してしまう。

【0086】

そのため、本実施例2においては、走査レンズ21の第2面は、反射防止コーティング対象面として決定され、反射防止コーティングが施される。

【0087】

【比較例2】

次に、上記比較例2との比較のために、上記式(3)を満たさない例を、比較例2として挙げる。図9は、比較例2の走査光学系10の主走査方向における展開図であり、図10は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図9、図10においては、走査レンズ21を透過する正規光束については図示を省略している。また、図10においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源11及びシリンドリカルレンズ12を省略している。

【0088】

比較例2では、 $f\theta$ レンズ20全体としての焦点距離は200mmであり、走査対

象面 S 上での走査幅は216mmであり、設計波長は780nmであり、ポリゴン厚Hは4.0mmであり、偏向角 α は -65.0° ($=-1.1345\text{rad}$) であり、ポリゴンミラー13の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 3.54° ($=0.0617\text{rad}$) である。

【0089】

比較例2におけるシリンドリカルレンズ12から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的数値構成を、表10に示す。表10における各記号の意味は、上述した表1のものと同一である。

【0090】

【表10】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072	0.00	シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		45.42		0.00	ポリゴンミラー
4	-185.60		10.00	1.48617	0.00	走査レンズ第1面
5	-63.79	-300.00	113.11			走査レンズ第2面
6	-958.42		7.00	1.48617	11.0	像面湾曲補正レンズ第1面
7	-1800.00		82.61			像面湾曲補正レンズ第2面
8	∞				0.00	像面

【0091】

表10から明らかなように、シリンドリカルレンズ12の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ12の第1面、像面湾曲補正レンズ22の第2面は回転対称面である。

【0092】

走査レンズ21の第2面は、アナモフィック非球面である。比較例2において走査レンズ21の第2面の具体的形状を特定するために上記各式(5)，(6)に適用される各係数を、表11に示す。

【0093】

【表 1 1】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.56E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	-1.82E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-3.44E-09
AM ₄	1.88E-07	AS ₄	-9.08E-10
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	4.12E-11
AM ₆	-1.87E-12	AS ₆	-3.91E-13
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	-3.33E-14
AM ₈	1.13E-15	AS ₈	0.00E+00

【0 0 9 4】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。比較例 2 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式（7）に適用される各係数を、表 1 2 に示す。

【0 0 9 5】

【表 1 2】

	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₁₃	B ₁₄
B ₁₀		1.367E-01	1.809E-02	5.971E-06	-1.710E-06
B ₁₂	-8.984E-05	-2.786E-06	-4.458E-07	-2.245E-09	-1.799E-10
B ₁₄	1.001E-07	-2.397E-10	2.074E-12	-3.682E-13	-2.984E-14
B ₁₆	-3.700E-12	3.139E-14	1.141E-15	-1.209E-16	0.000E+00
B ₁₈	5.485E-17	-1.525E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【0 0 9 6】

以上に挙げた比較例 2 の具体的数値から、上記式（3）に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 4.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0617 \text{ rad}$$

$$D = -45.42 \text{ mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$Rz_1 = -185.60 \text{ mm}$$

$$Rz_2 = -300.00 \text{ mm}$$

従って、比較例 2 における式（3）の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 0 9 7】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

2.0>5.02：不成立

ところで、表 1 0 に記載された走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面の副走査方向における曲率半径 Rz は、近軸の曲率半径、即ち、走査対象面 S 上における像高 $Y=0\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する曲率半径であるが、上記式 (3) は、走査幅の何れの箇所において満たされていても良い。そのため、走査対象面 S 上における像高 $Y=110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 2 1 の第 2 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$Rz_2 = -212.47\text{mm}$$

となる。なお、第 1 面は球面故にその曲率は一定である。従って、比較例 2 において、像高 $Y=110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (3) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 0 9 8】

$$H/2 > |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

2.0>4.49：不成立

このように、比較例 2 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面に関して、走査の全域において式 (3) が満たされていないので、図 9 及び図 1 0 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 2 面でゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 の上方を通過して反射面には入射しないので、走査レンズ 2 1 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。従って、比較例 2 における走査レンズ 2 1 の第 2 面は、反射防止コーティング対象面として特定されないため、反射防止コーティングの施工に要するコストを節約することができる。

【0 0 9 9】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の走査光学系の生産方法によれば、走査光学系に用いられる結像レンズの各レンズ面のうち、ポリゴンミラーの反射面に入射して当該結像レンズに再入射してしまう方向へゴースト光を反射させるレンズ面のみ、反射コーティングを施すので、走査光学系の製造に要するコストを抑えることができるにも拘わらず、レンズ面で反射に起因するゴーストを低減するこ

とができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態による走査光学系を展開した状態を示す概略光学構成図

【図 2】 ポリゴンミラーから各感光ドラムまでの走査光学系の副走査方向における光学構成を示す光学構成図

【図 3】 実施例 1 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 4】 実施例 1 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 5】 比較例 1 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 6】 比較例 1 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 7】 実施例 2 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 8】 実施例 2 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 9】 比較例 2 の光学構成を示す主走査方向における展開図

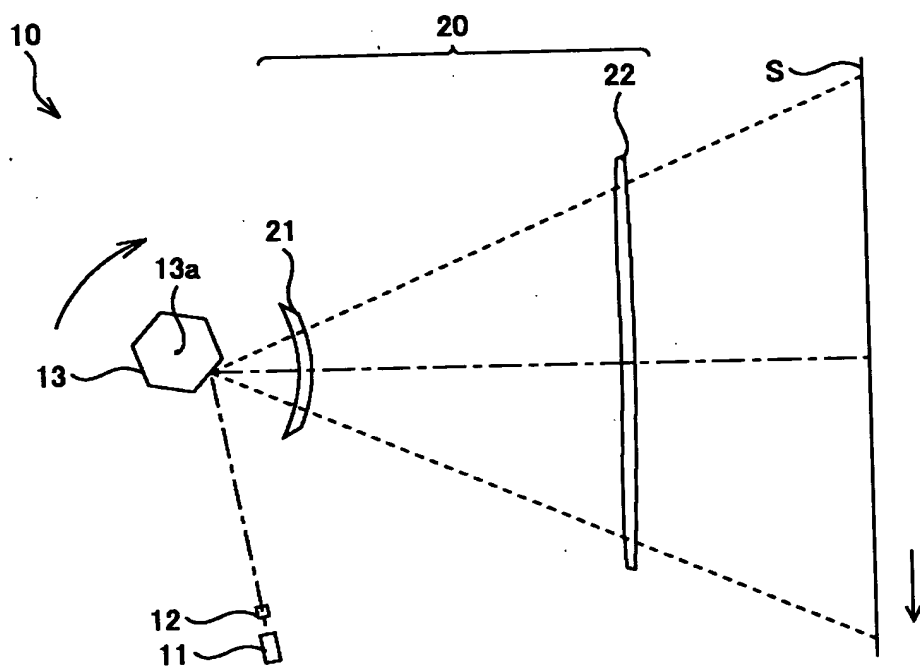
【図 1 0】 比較例 2 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【符号の説明】

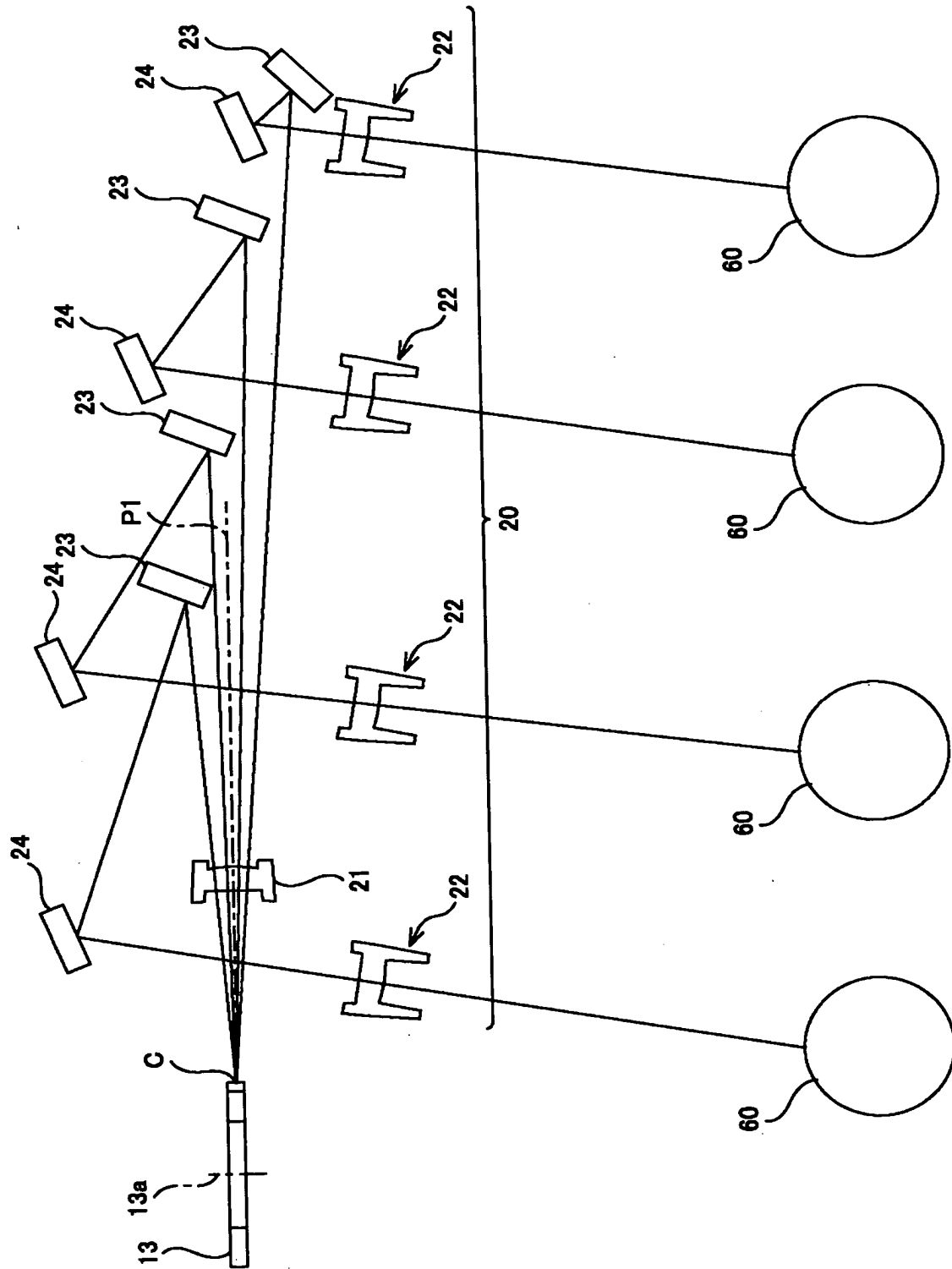
1 0	走査光学系
1 1	レーザー光源
1 2	シリンドリカルレンズ
1 3	ポリゴンミラー
2 0	f θ レンズ
2 1	走査レンズ
2 2	像面湾曲補正レンズ
6 0	感光ドラム
S	走査対象面

【書類名】 図面

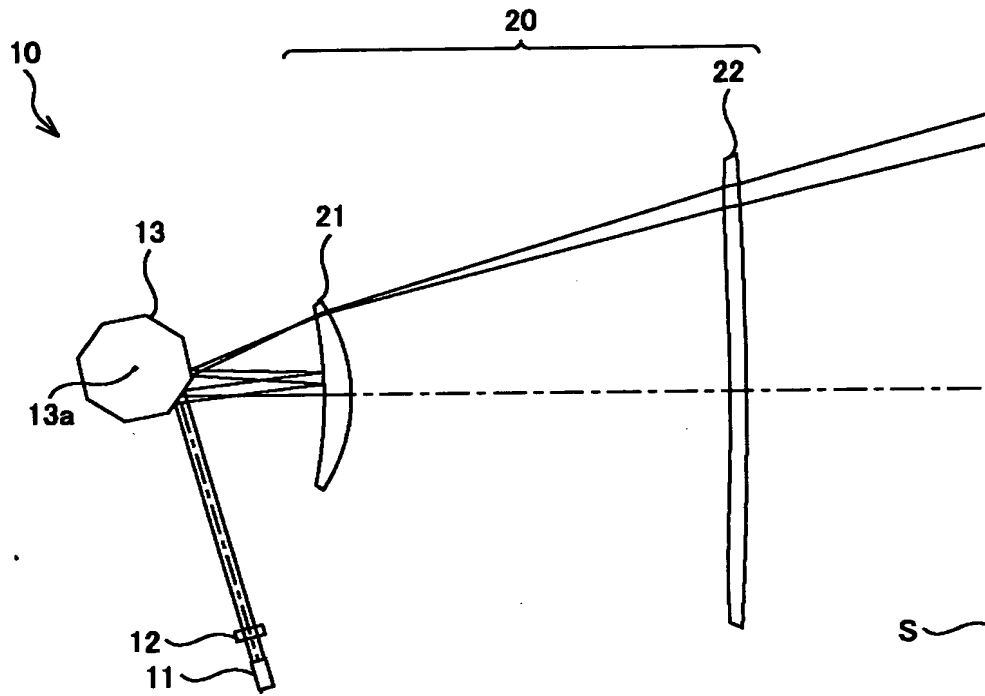
【図 1】



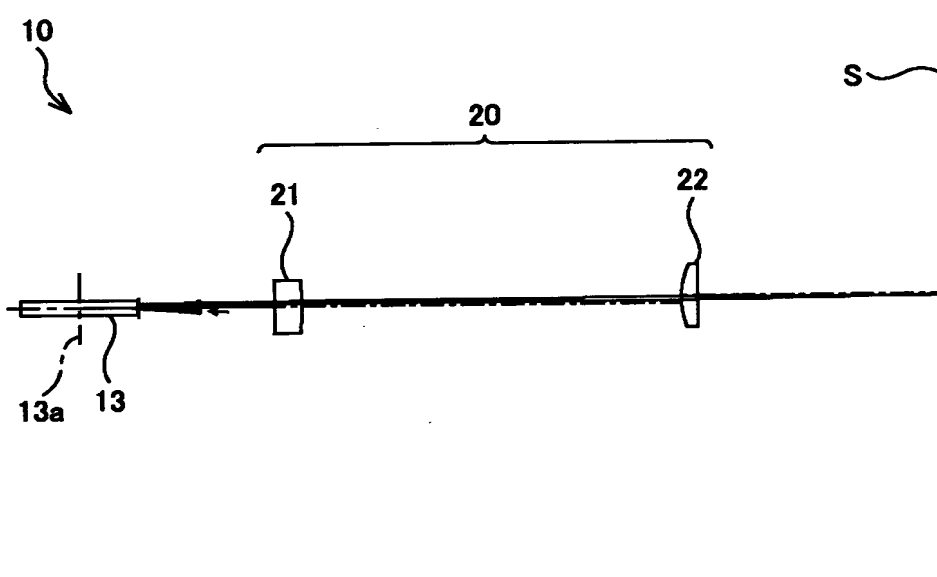
【図2】



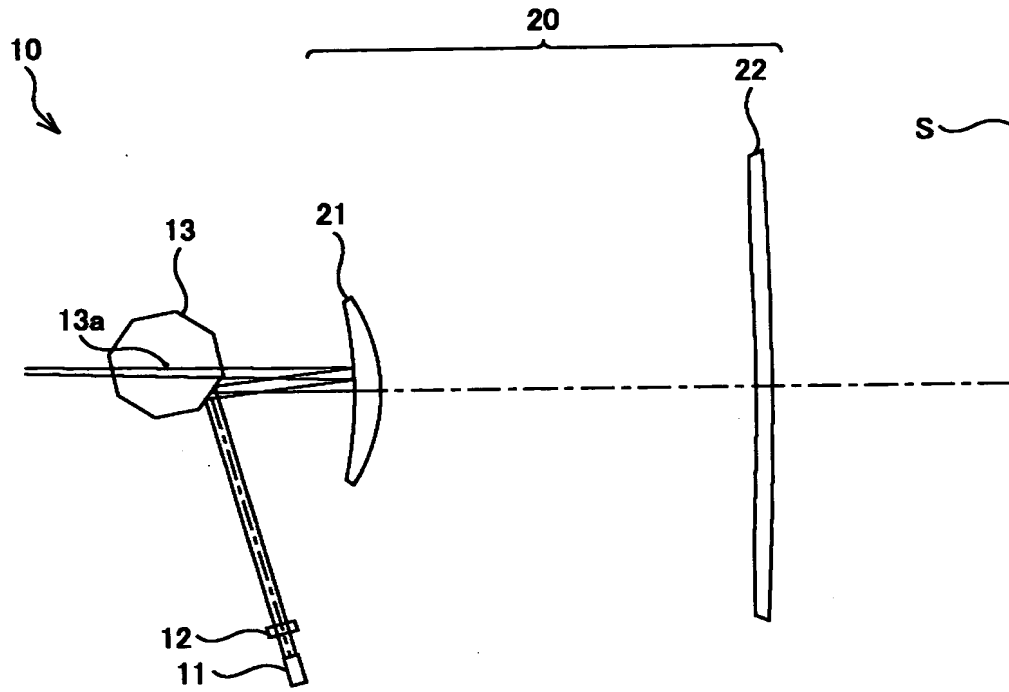
【図 3】



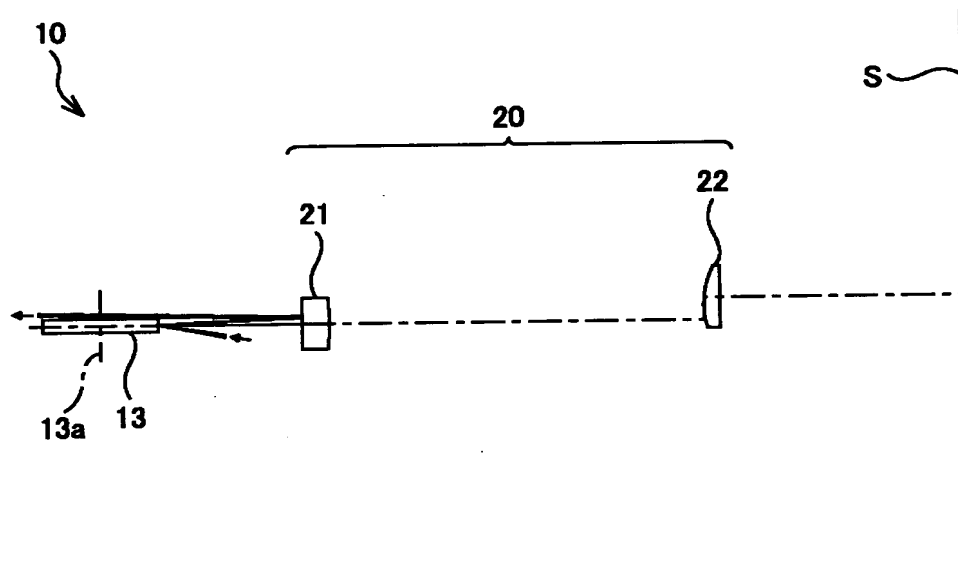
【図 4】



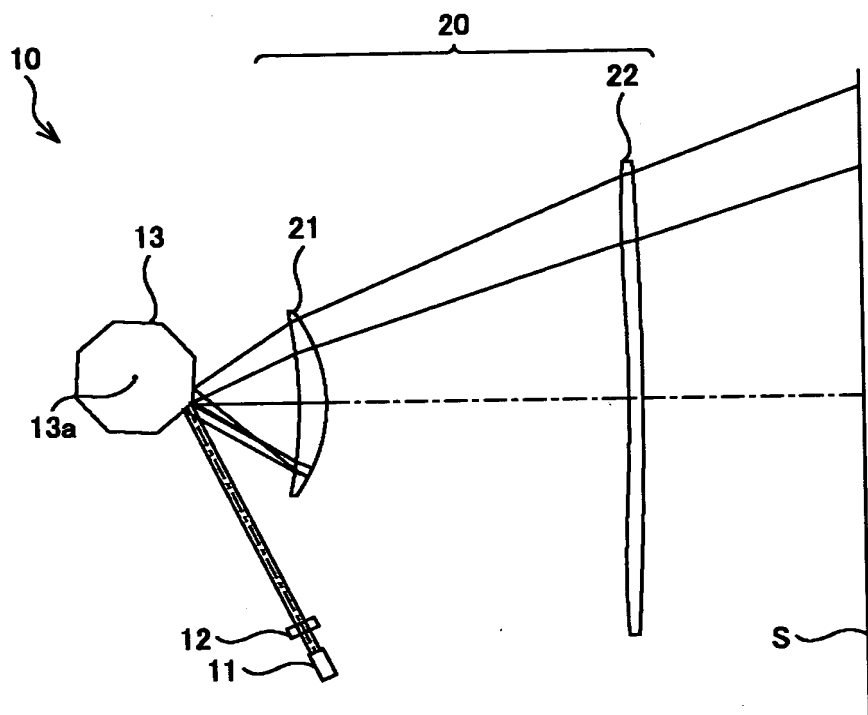
【図 5】



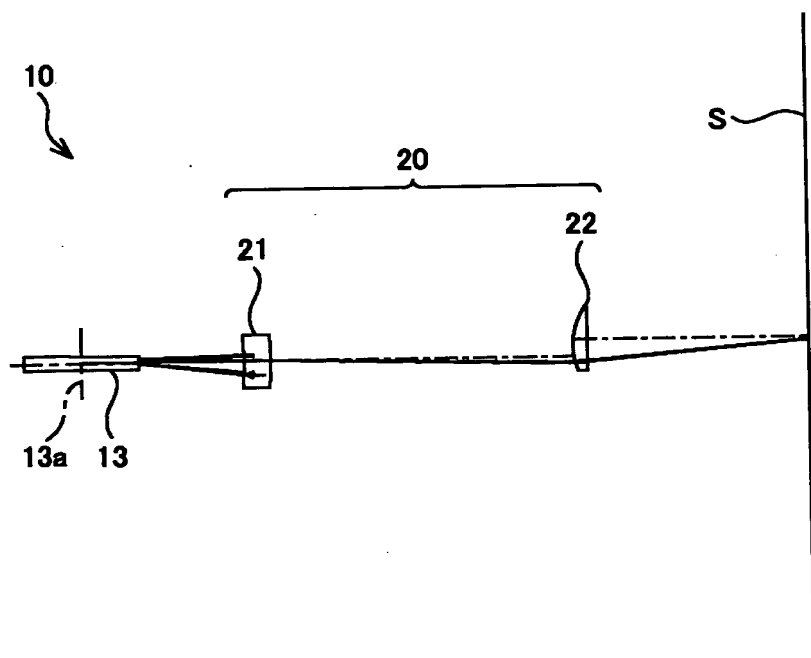
【図 6】



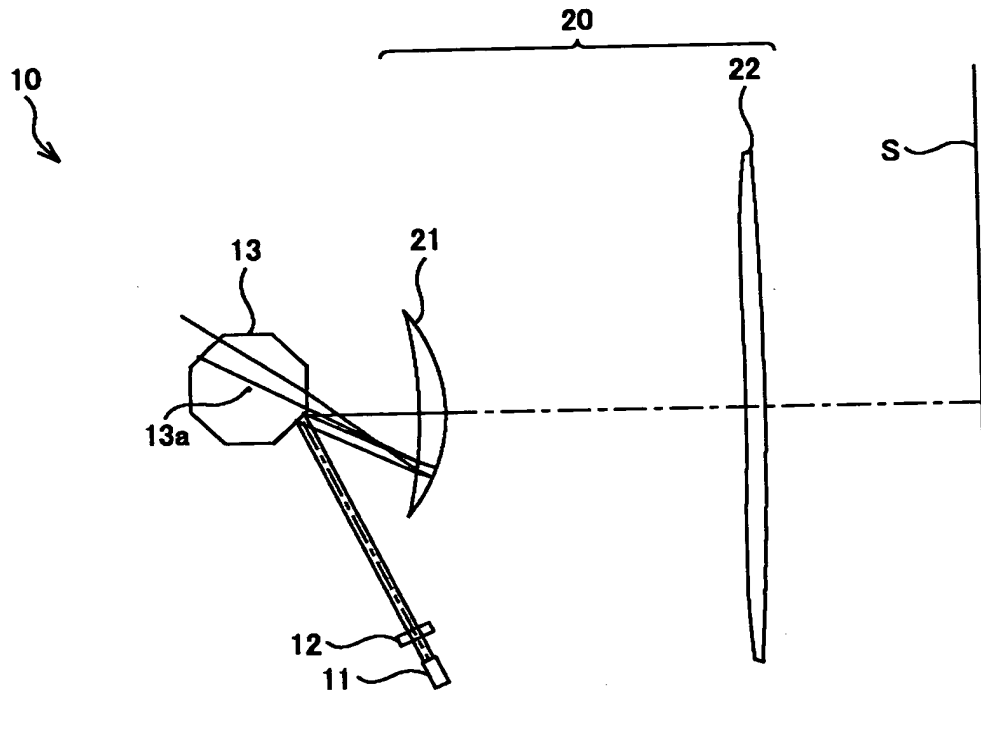
【図 7】



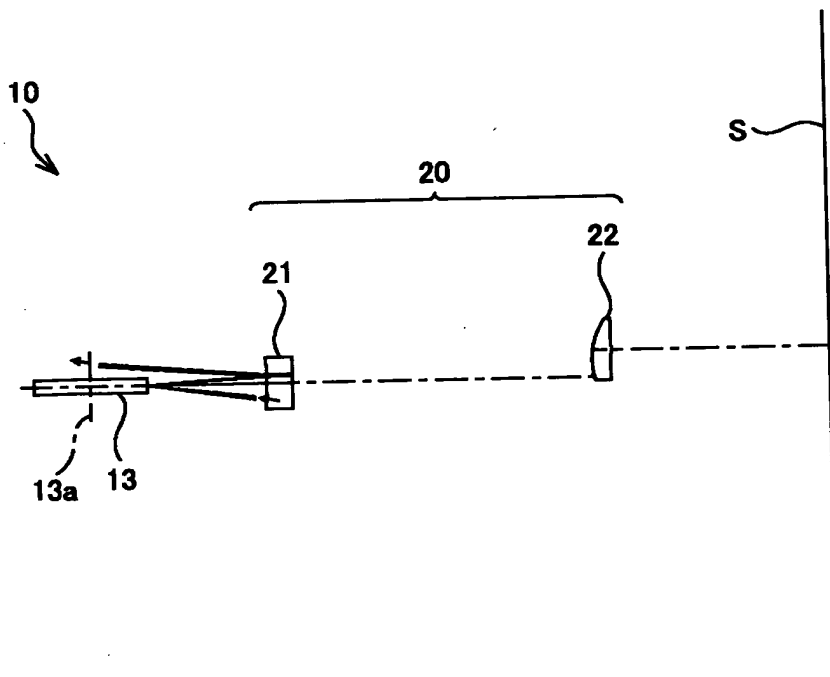
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

低コストでレンズ面での反射に起因するゴーストを低減できる走査光学系の生産方法を、提供する。

【解決手段】

レーザ光源 1 1 は、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対してレーザー光束を入射する。各反射面によって反射されたレーザー光束は、主走査方向に動的に偏向されつつ、走査レンズ 2 1 に入射する。この走査レンズ 2 1 の第 1 面は、以下の条件を満たしている場合に、反射防止コーティング対象レンズ面として、決定される。

$$H/2 > |(2\beta D(D-Rz_1))/Rz_1| \quad \dots (1)$$

但し、 β は、副走査方向におけるレーザー光束の各反射面に対する入射角、 D は、各反射面から走査レンズ 2 1 第 1 面までの距離、 H は、ポリゴンミラー 1 3 の厚さ、 Rz_1 は、第 1 面の副走査断面の曲率半径、である。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-240410
受付番号	50201234960
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 8月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月21日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 旭光学工業株式会社
2. 変更年月日 2002年10月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 ペンタックス株式会社